

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application : August 30, 2002

Application Number : Japanese Patent Application  
No. 2002-252466

[ST. 10/C] : [JP2002-252466]

Applicant(s) : Toyo Denki Seizo Kabushiki Kaisha

Certified on August 28, 2003

Commissioner,  
Japan Patent Office Yasuo IMAI (Sealed)

Certification No. 2003-3070218

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2002年 8月30日

出願番号 Application Number: 特願2002-252466

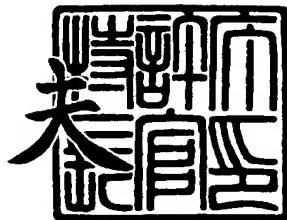
[ST. 10/C]: [JP 2002-252466]

出願人 Applicant(s): 東洋電機製造株式会社

2003年 8月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康



【書類名】 特許願  
【整理番号】 13333A  
【提出日】 平成14年 8月30日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H02K 1/27  
【請求項の数】 2  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県海老名市東柏ヶ谷4丁目6番32号 東洋電  
機製造株式会社相模製作所内  
【氏名】 野田 幸宏  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県海老名市東柏ヶ谷4丁目6番32号 東洋電  
機製造株式会社相模製作所内  
【氏名】 桐谷 知明  
【特許出願人】  
【識別番号】 000003115  
【氏名又は名称】 東洋電機製造株式会社  
【代表者】 甲斐 邦朗  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 044831  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 誘導始動形同期回転電機の回転子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 鉄心内に両端が短絡された誘導導体と、永久磁石とを有する誘導始動形同期回転電機の回転子において、該永久磁石は該鉄心内に収められ、かつ、軸方向に並べた単数もしくは複数枚で構成し、これを 1 組とし、該 1 組の永久磁石を 2 組で該誘導始動形同期回転電機の 1 極を構成し、回転子を軸断面上、該誘導導体に最も近い永久磁石の 1 角を回転軸の中心として回転配置し、該 2 組の永久磁石相互が作り出す磁束を打ち消すような向きに傾けられていることを特徴とする誘導始動形同期回転電機の回転子。

【請求項 2】 誘導始動形同期回転電機の 1 極を構成する 2 組の永久磁石を収める磁石用のスロットは、該スロットに収まる永久磁石同士が接触しないように、中間に突起と空隙を設けて 1 つのスロットとしていることを特徴とする請求項 1 記載の誘導始動形同期回転電機の回転子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は誘導始動形同期回転電機で、特に回転子鉄心内に設けた永久磁石の配置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般に、自己始動形同期回転電機には、回転子側に二次巻線である界磁巻線を有する巻線型方式とかご型の誘導導体と永久磁石で構成する永久磁石方式がある。前者は、開閉器を操作することによって、起動時は巻線型誘導電動機として回転し、同期速度近くに達したときに、開閉器を操作し、励磁機より直流励磁を与えて同期化させ、同期電動機として回転する。後者は回転子の構造上、開閉機も励磁機も不要であり、起動時はかご型誘導電動機として始動し、同期速度に近くなった所で、永久磁石の作り出す磁束によって同期に引き込まれ、同期電動機として回転する。この様に、永久磁石方式は巻線型方式と比べ構造が簡単で堅牢で

あることが知られている。

#### 【0003】

かご型誘導導体と永久磁石で構成される回転子を有する永久磁石方式の誘導始動形同期回転電機は、回転子の構造によって円滑な起動、運転特性について、その良し悪しを決めてしまう要素が多い。

要素としては、磁石の配置、磁石の特性、かご型誘導導体の形状、寸法などを挙げられるが、一般的な傾向は認識されてはいるものの、実際にどのように設計すれば良いかは明確になっていない。

#### 【0004】

例えば、回転子鉄心内に設けられた永久磁石が作り出す磁束が多い場合、または、回転子鉄心内における磁気抵抗の差によって生じるリラクタンスが大きい場合には、起動困難となる傾向にあることが知られている。

#### 【0005】

逆に、永久磁石が作り出す磁束が少ない場合、またはリラクタンスが小さい場合には、誘導電動機として始動、運転している状態から、同期電動機としての運転に移行する同期引き込み時に、引き込みが困難となる傾向にあることが知られている。

#### 【0006】

円滑な起動と確実な同期引き入れによって同期電動機として運転をするには、永久磁石の配置や永久磁石の特性による要因が大きいと思われ、適切な永久磁石の配置と永久磁石材料の選定が重要である。

#### 【0007】

また、同期電動機として運転している場合は、永久磁石式同期電動機の特性となることから、永久磁石の端部に生じる漏れ磁束を改善するため、インバータで運転する永久磁石回転電機と同様、空隙を設けるなどの工夫もされている。特に、誘導始動形同期回転電機の場合、限られたスペースの中で誘導導体と永久磁石を配置するので、同期引き込みを容易にするために永久磁石が作る磁束数を増やし、引き込みトルクを稼ぐために磁石長さを長くすることがあるが、磁極を作る隣の磁石との距離が短くなり、漏れ磁束の増加を招くことから、間に空隙を設け

る場合が多い。

### 【0008】

従来の誘導同期電動機として、回転子の表面付近に誘導導体を備え、その導体よりも回転子の軸中心側に永久磁石を内包する誘導電動機がある。（例えば、特許文献1、2参照）。

特許文献1、2に開示されている回転子構造に相当する図2は4極の誘導同期機における回転子の軸断面図である。図2において、回転子鉄心1の内部には、誘導導体3と、その内側に磁化方向が固定子側である永久磁石a、または磁化方向が軸側である永久磁石bの入るスロット2が設けている。前記述によれば、永久磁石aと永久磁石bのように、隣り合う永久磁石同士が近づくことによって回転子鉄心内で形成される磁路、いわゆる漏れ磁束を防ぐべく、該漏れ磁束の影響が大きく及ばない距離に永久磁石a、永久磁石bを配置するか、隣り合う永久磁石の間に空隙7を設けている。これにより、固定子との鎖交磁束を増加させ、トルクの増加と力率や効率の改善を図ることが出来る。また、同期引き込みに必要な磁束数を確保することができる。

### 【0009】

回転子内部に配置する永久磁石の寸法は、4極のモータに限らず、回転子の大きさや、誘導導体の大きさ、形状によって構造的に制約される。また、できるだけ固定子寄りに永久磁石を配置した方が、磁気的結合力が強くなりモータの特性が向上する半面、遠心力による回転子鉄心の強度を低下させる傾向となるので、配置には十分な考慮をする必要がある。

### 【0010】

永久磁石aの長さは誘導導体3によって制約され、固定子側に寄せすぎると誘導導体3と接触してしまい、かつ、永久磁石の長さは短くなる。また、永久磁石の長さを長くするために回転子の中心方向へ永久磁石を寄せることが出来るが、隣り合う永久磁石との距離も短くなり、さらに固定子との距離が長くなるため、漏れ磁束が増加し、モータの性能に影響を及ぼす。

### 【0011】

よって、永久磁石の幅及び厚みは、回転子の外径や軸穴4の外径寸法に制約さ

れ、かつ誘導導体の寸法にも依存することから、永久磁石の寸法には制約があり、適切な材料と適切な大きさ、配置が重要である。

一方、回転方向に永久磁石を並べ、1極当たりの磁石枚数を増やすことによって、等価的に磁石長さを長くすることができるが、使用する磁石の合計量が多くなり、コストアップにつながる。

### 【0012】

現在は、特に省エネルギー化が叫ばれ、円滑な起動、運転をするだけでなく、電気的な特性である効率、力率を良くすることが必要となっている。

### 【0013】

#### 【特許文献1】

特願平11-115397号公報（第1図）

#### 【特許文献2】

特願平11-089928号公報（第1図）

### 【0014】

#### 【発明が解決しようとする課題】

上述したように、磁石の磁束数やリラクタンスが与える始動時、同期引き込み時の影響は、傾向として認識されているが、実際の設計方法については良く知られていない。

### 【0015】

従って、始動特性が悪く、起動が困難となったり、同期引き込みが困難であったりすることがある。また、円滑な起動、確実な同期運転を出来ても、効率や力率が改善されなかったり、使用する永久磁石の量が増加してコストアップにつながる場合がある。

### 【0016】

そこで、永久磁石を最適な位置に配置することで、使用する永久磁石の総量を増加させることなく、効率の良い誘導始動形同期回転電機を提供することを目的とする。

### 【0017】

#### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、回転子内部に鉄心と、両端が短絡され起動時に誘導電流が流れる誘導導体と、永久磁石とを有する誘導始動形同期回転電機において、永久磁石は該誘導始動形同期回転電機の回転子内部の鉄心内に収められ、かつ、軸方向に並べられた単数もしくは複数枚の永久磁石として構成する。これを1組とし、該1組の永久磁石を2組で該誘導始動形同期回転電機の1極を構成するように回転子を軸断面で見た時に、誘導導体に最も近い永久磁石の1角を回転軸の中心として回転した位置にとり、かつ、この2組の永久磁石相互が作り出す磁束がお互いに打ち消す様な向きに傾けるように配置することで課題の解決を図る。

#### 【0018】

さらに、上記のように配置、構成をすることで、従来の誘導始動形同期回転電機における回転子内部に収められた永久磁石の総量よりも増加させることなく、円滑な起動、運転、および電気的な特性である効率、力率を向上させることも可能である。

#### 【0019】

請求項2記載の発明は請求項1記載中の回転子であって、前記2組の永久磁石を収める磁石を挿入するスロットの形状を、スロットに収まる永久磁石同士が接触しない様に、その中間に突起と空隙を新たに設けて1つのスロットとしていることがある。

#### 【0020】

上記のような請求項2における構成によって、従来の誘導始動形同期回転電機における回転子内部に収められた永久磁石の総量よりも増加させることなく、円滑な起動、運転、および電気的な特性である効率、力率を向上させることができる。

#### 【0021】

##### 【発明に実施の形態】

図1は、本発明を示した誘導始動形同期回転電機における回転子鉄心形状の1実施例である。以下に、本発明における1実施例でもある4極の誘導始動形回転電機の場合について詳しく説明する。図2に示すような従来の誘導始動形同期回

転電機の磁石配置を基本形として、使用する永久磁石の厚さ（径方向）と長さ（回転子の積厚方向）は変えずに、幅（回転方向）だけを分割する。

#### 【0022】

また、従来の方式においても、永久磁石表面に発生する渦電流損を低減するため、回転子鉄心の積厚方向に対して数個の永久磁石が納められている。本発明においても、使用する永久磁石量を増加させないという条件から、積厚方向に対しては同数とする。

#### 【0023】

誘導始動形回転電機には、図2に示されるように、始動時に誘導機としてトルクを発生する両端が短絡された誘導導体3が回転子鉄心1の内部に存在し、固定子に近い位置にある。そのため、永久磁石は該誘導導体3と軸穴4との間に収めなければならない。このことは、同期機として固定子との距離が長くなるため漏れ磁束が増加し、力率や効率の低下を招く。

#### 【0024】

そこで、本発明では、図1に示されるように永久磁石5の角8および永久磁石6の角9付近で生じる漏れ磁束を低減するため、空隙7を設けるのではなく、誘導導体3に空隙7と同じ効果を持たせるような位置に、永久磁石5の角8および永久磁石6の角9を配置する。つまり、永久磁石5の角8および永久磁石6の角9は、誘導導体3の中心線11と中心線11に平行かつ誘導導体と接する接線で、磁極寄りの接線12との間に配置する。永久磁石5の角8および永久磁石6の角9の配置は、上記中心線11と接線12の間に位置するが、永久磁石や誘導導体、回転子外径などは製作可能な寸法に依存するため、記述した範囲近辺となる場合がある。また、誘導導体3と永久磁石5の角8および永久磁石6の角9との距離は、回転子の強度計算に依存し、強度を確保した最短長とする。

#### 【0025】

永久磁石5の角8または永久磁石6の角9を永久磁石の配置角度を決める基準軸とすることで誘導導体3との距離を一定とし、遠心力に対して強度を持った最短の長さに保つことができ、かつ、誘導導体3に近い永久磁石5の角8および永久磁石6の角9付近での漏れ磁束を低減した。よって、隣り合う永久磁石間で磁

気結合することで生じる漏れ磁束を抑えることが出来るので、図2に示す空隙7を設ける必要性を無くした。

#### 【0026】

従来の誘導始動形同期回転電機の回転子において、1極を構成する軸方向に単数もしくは複数枚並べた1組の永久磁石を本発明によって2組に分割することで、永久磁石表面に流れる渦電流による損失を抑えうる。ただし、1極に使用する磁石量は、2組に分割する前の1組で1極を構成する場合と同量もしくはそれ以下である。さらに、基準軸とした誘導導体3に最も近い永久磁石5の角8および永久磁石6の角9を回転軸として回転させ、図3に示す無負荷誘起電圧と効率との関係から、効率が最大となる回転角度を決定した。本発明の1実施例である図1を用いて示せば、互いの磁極が向き合う方向に回転させる。同様に残りの極に對しても、決定した回転角度で配置する。

#### 【0027】

図1で示される永久磁石の回転角度は、回転子の寸法に依存し、軸穴径や誘導導体の大きさによって変化する。

#### 【0028】

図1に示す永久磁石5および永久磁石6の回転角度によっては、各々の永久磁石の長さを長くすることも出来るが、コストアップにつながるため、使用する永久磁石量を増加させることなく効率を上げることとする。

#### 【0029】

誘導始動形同期回転電機の1極を構成する永久磁石5と永久磁石6の間は、各永久磁石の回転角度が大きくなる程、その距離は長くなる。そのため、2組の永久磁石間における永久磁石端部での漏れ磁束が増加し、かつ、同じ極性が向き合うことによって、固定子と永久磁石との鎖交磁束が集中する部分としない部分がはっきりと現れる。よって、固定子と回転子の間におけるギャップ中磁束密度分布は、高調波を多く含んだ状態となり、同期電動機としての特性に影響を及ぼし、効率も低下する。そこで、永久磁石の回転角度における無負荷誘起電圧を磁界解析より計算し、得られた値から効率を試算した。図3は無負荷誘起電圧と効率との関係を示したものである。図3に示す関係から、永久磁石の回転角度

を決定する。

### 【0030】

また、前記1極を構成する永久磁石は、永久磁石5と永久磁石6の2組に分割したことにより、永久磁石5と永久磁石6の間の永久磁石端部で漏れ磁束が生じる。そこで、この漏れ磁束を防ぐために新たな空隙を設けるのではなく、上記2組の永久磁石を1つのスロット2に格納し、永久磁石5と永久磁石6の間に空隙を確保するとともに、永久磁石同士の接触を防止するために突起10を設けた。突起10の高さは、漏れ磁束の量を考慮し、永久磁石の厚さの半分以下とした。さらに、該スロット2の角部分は永久磁石の角が接触して欠損しないように丸く膨らみを持たせた。

### 【0031】

上記説明による実施形態によって、永久磁石の配置角度を無負荷誘起電圧と効率の関係から効率が最大となるように求めたことは、課題とされる磁束数を調整すると同時にリラクタンスの調整も行ったことに等しい。ただし、起動時の始動トルクは、かご型誘導導体の設計によっても左右されるので、かご型誘導電動機として設計した誘導導体の形状をベースに、永久磁石の大きさ、材質、配置を決定する。

### 【0032】

#### 【発明の効果】

以上で説明したように、本発明によれば、使用する永久磁石の量を増加させることなく、配置だけを工夫することで誘導始動形同期回転電機の円滑な起動と運転、および力率や効率特性の改善をすることができ、実用上大いに有用である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

図1は本発明の実施形態の1例であり、4極の誘導始動形同期回転電機における回転子の軸断面図である。

#### 【図2】

図2は従来の1実施例で、4極の誘導同期機における回転子の軸断面図である。

。

**【図3】**

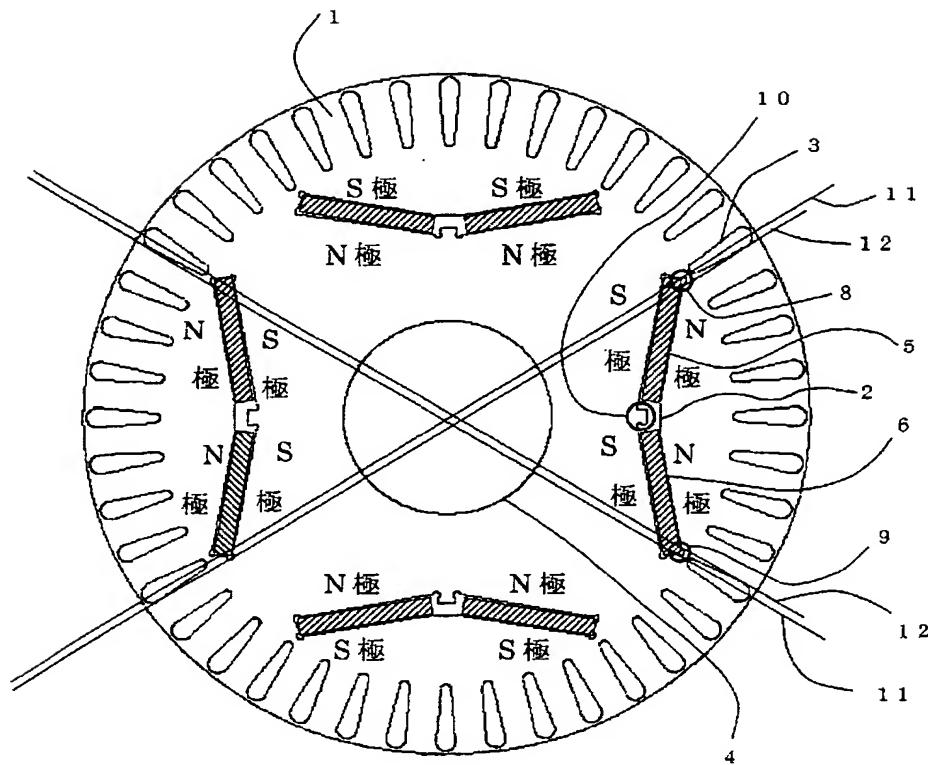
図3は無負荷誘起電圧と効率の関係を表した図である。

**【符号の説明】**

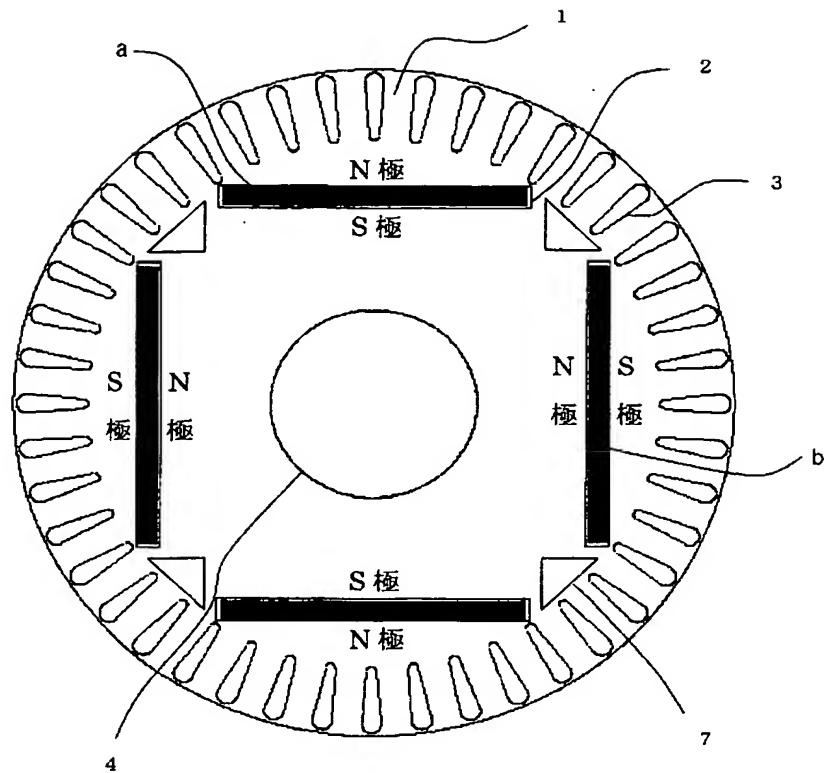
- a 永久磁石
- b 永久磁石
- 1 回転子鉄心
- 2 磁石の入るスロット
- 3 誘導導体
- 4 軸穴
- 5 永久磁石
- 6 永久磁石
- 7 空隙
- 8 永久磁石角
- 9 永久磁石角
- 10 突起
- 11 誘導導体の中心線
- 12 誘導導体との接線

【書類名】 図面

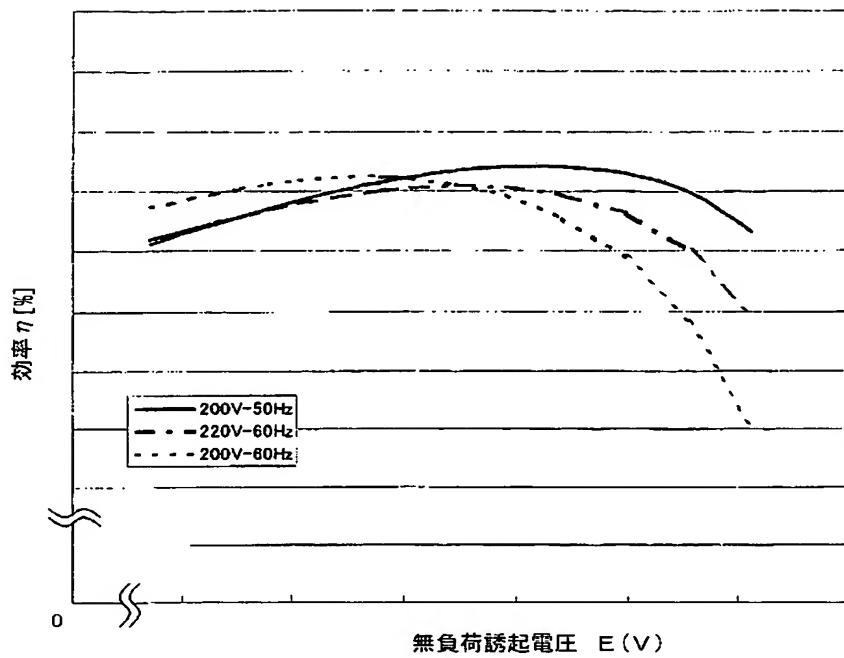
【図1】



【図2】



【図3】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】

永久磁石を最適な位置に配置することで、使用する永久磁石の総量を増加させることなく、効率、力率の良い誘導始動形同期回転電機を提供する。

【解決手段】

回転子鉄心内に両端が短絡され起動時に誘導電流が流れる誘導導体と、永久磁石とを有する誘導始動形同期回転電機の回転子において、該永久磁石は鉄心内に収め、かつ、軸方向に並べた単数もしくは複数枚で構成する。これを1組として、1組の永久磁石を2組で該誘導始動形同期回転電機の1極を構成し、回転子を軸断面で見た時に上記誘導導体に最も近い該永久磁石の1角を回転軸の中心として回転配置して、該2組の永久磁石相互が作り出す磁束を打ち消すような向きに傾けて配置する。また、2組の永久磁石を収める磁石用のスロットは、スロットに収まる永久磁石同士が接触しない様に、中間に突起と空隙を設けた。

【選択図】 図1

特願2002-252466

出願人履歴情報

識別番号 [000003115]

1. 変更年月日 1997年 3月28日

[変更理由] 住所変更

住所 東京都中央区京橋2丁目9番2号  
氏名 東洋電機製造株式会社